

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

João Pedro Andrade Oliveira

Utilização de algoritmos para controle de processos.

Uberlândia, Brasil

2019

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

João Pedro Andrade Oliveira

Utilização de algoritmos para controle de processos.

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Uberlândia, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Engenheiro Mecânico.

Orientador: Prof. Dr. Wisley Falco Sales

Universidade Federal de Uberlândia – UFU

Faculdade de Engenharia Mecânica

Bacharelado em Engenharia Mecânica

Uberlândia, Brasil

2019

Agradecimentos

Agradeço primeiro a Deus, pelo dom da vida e por seu amor incondicional.

Aos meus pais, Petronio Humberto de Oliveira e Suely Andrade de Oliveira, por me ensinarem o caminho que devo andar, sempre me apoiando e me incentivando a lutar pelos meus sonhos.

Às minhas queridas irmãs por todo amor e carinho que tiveram comigo.

Aos meus sobrinhos, que alegraram a minha vida.

À minha noiva Giovanna Demarque, por sempre ter sonhado comigo e por ser o amor da minha vida.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Wisley Falco Sales, por toda atenção e ajuda para construção do presente trabalho.

À todas as pessoas relacionadas a minha formação como Engenheiro Mecânico.

À Universidade Federal de Uberlândia e à companhia Valor da Logística Integrada – VLI.

Resumo

OLIVEIRA, J. P. A., **Utilização de Algoritmos para Controle de Processo**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG.

Em um mundo cada vez mais competitivo as empresas precisam estar sempre buscando técnicas e novos conceitos para aperfeiçoarem seus processos. A filosofia Lean Manufacturing vai de encontro a essa necessidade por pregar a busca da melhoria contínua através de técnicas, procedimentos e eliminação de desperdícios. Neste contexto, esse trabalho contempla o desenvolvimento de uma ferramenta de análise do carregamento ferroviário com o propósito de aperfeiçoar o processo que é realizada em uma empresa do setor ferroviário, buscando reduzir o tempo de tratamento dos dados e eliminando o retrabalho. O modelo é desenvolvido em linguagem Visual Basic Applications, conhecido como VBA. O sistema foi aplicado em uma situação real que corresponde ao sistema de transporte de grãos constituído pela Ferrovia Centro-Atlântica, Estrada de Ferro Vitória-Minas e pelo porto de Tubarões. Os resultados mostram que a utilização de algoritmos para o controle de processo é muito eficiente, uma vez que aumenta a confiabilidade dos dados e facilita o cotidiano dos colaboradores.

Palavras-chave: Ferrovia. Carregamento Ferroviário. Análise de dados.

Abstract

OLIVEIRA, J. P. A., **Use of Algorithms for Process Control**. 2019. Work Course Conclusion, Federal University of Uberlândia, Uberlândia, MG.

In an increasingly competitive world, companies need to be always looking for techniques and new concepts to enhance their processes. The Lean Manufacturing philosophy is a response to those needs it consists in the pursuit of continuous improvement through different procedures, including the elimination of waste. In this context, this essay contemplates the development of a rail loading analysis tool with the purpose of improving the process that is carried out in a railway company, aiming the reduction of the time spent in data processing and elimination of rework. The model is developed in Visual Basic Applications language, known as VBA. The system was applied in a real situation that corresponds to the system of grain transport constituted by Ferrovia Centro-Atlântica, Estrada de Ferro Vitória-Minas and by the port of Tubarão. The results show that the use of algorithms for process control is very efficient, since it increases the reliability of the data and facilitates the daily life of the collaborators.

Key-words: Visual Basic Applications. Railway Loading. Lean Manufacturing.

Lista de ilustrações

Figura 1 – Produção e Área Plantada de Grãos	1
Figura 2 – Ciclo PDCA	4
Figura 3 – Densidade das Malhas Ferroviárias	12
Figura 4 – Comparação de matrizes de transporte de carga	12
Figura 5 – Fluxograma dos vagões	16
Figura 6 – Vista superior do terminal ferroviário	17
Figura 7 – Pera de carregamento	17
Figura 8 – Interface da ferramenta antiga	18
Figura 9 – Ferramenta do operador	21
Figura 10 – Nova interface	22
Figura 11 – Preenchimento de datas	23
Figura 12 – Mensagem de erro	23
Figura 13 – Campo de observações	24
Figura 14 – Mensagem de impacto inválido	24
Figura 15 – Ferramenta do analista	26
Figura 16 – Código da planilha do analista	26
Figura 17 – Ferramenta antiga do fertilizante	27
Figura 18 – Nova ferramenta do fertilizante	28
Figura 19 – Fluxograma do algoritmo do fertilizante	29
Figura 20 – Painel de metas do fertilizante	29
Figura 21 – Código do sistema do fertilizante	30
Figura 22 – Kaizen da Ferramenta do Giro de EBJ	34
Figura 23 – Kaizen da Ferramenta do Fertilizante	35

Lista de abreviaturas e siglas

VBA	Visual Basic Applications
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
CNT	Confederação Nacional do Transporte
TPS	Toyota Production System
PDCA	<i>Plan, Do, Check e Action</i>
RFFSA	Rede Ferroviária Federal S.A
PND	Programa Nacional de Desestatização
FCA	Ferrovias Centro-Atlântica
ANTT	Agência Nacional de Transportes Terrestre
FNS	Ferrovias Norte Sul
FIOL	Ferrovias de Integração Oeste Leste
ENIAC	Electronic Numerical Integrator and Computer
BI	Business Intelligence
IT	Instrução de Trabalho

Sumário

I	INTRODUÇÃO	1
1.1	Contextualização do trabalho	1
1.2	Objetivo do trabalho	2
1.3	Organização do trabalho	3
II	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
2.1	Metodologia	4
2.2	Logística	5
2.2.1	Breve Histórico e Evolução	5
2.2.2	Definições e Objetivos	5
2.2.3	Sistema Toyota de Produção	7
2.2.4	Lean Manufacturing	7
2.3	Modais de Transporte	9
2.3.1	Rodoviário	9
2.3.2	Ferrovário	10
2.4	Evolução Digital	13
III	MATERIAIS E MÉTODOS	15
3.1	Sistema do Giro de Locomotivas	18
3.2	Sistema do Fertilizante	19
IV	RESULTADOS E DISCUSSÕES	21
4.1	Sistema do Giro de Locomotivas	21
4.1.1	Planilha do Operador	21
4.1.2	Planilha do Analista	25
4.2	Sistema do Fertilizante	26
V	COMENTÁRIOS FINAIS E CONCLUSÕES	31
5.1	Considerações Gerais	31
5.2	Conclusões	31
5.3	Sugestão Para Trabalhos Futuros	32
	ANEXO A – KAIZEN	34
	REFERÊNCIAS	36

I Introdução

1.1 Contextualização do trabalho

O Brasil é um país com diversas riquezas naturais que não são aproveitadas da melhor forma, um exemplo disso é o setor agrário. A nação é conhecida por ser uma forte produtora de grãos, tanto que em 2017 bateu recorde na produção de soja. Estudos do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) fazem projeções para 2025/2026 de uma safra de grãos por volta de 255,3 milhões de toneladas, o que corresponde a um acréscimo de 29,9% sobre a safra de 2015/2016 que está estimada em 196,5 milhões de toneladas. Esse acréscimo corresponde a uma taxa anual de crescimento de 2,5% ao ano.

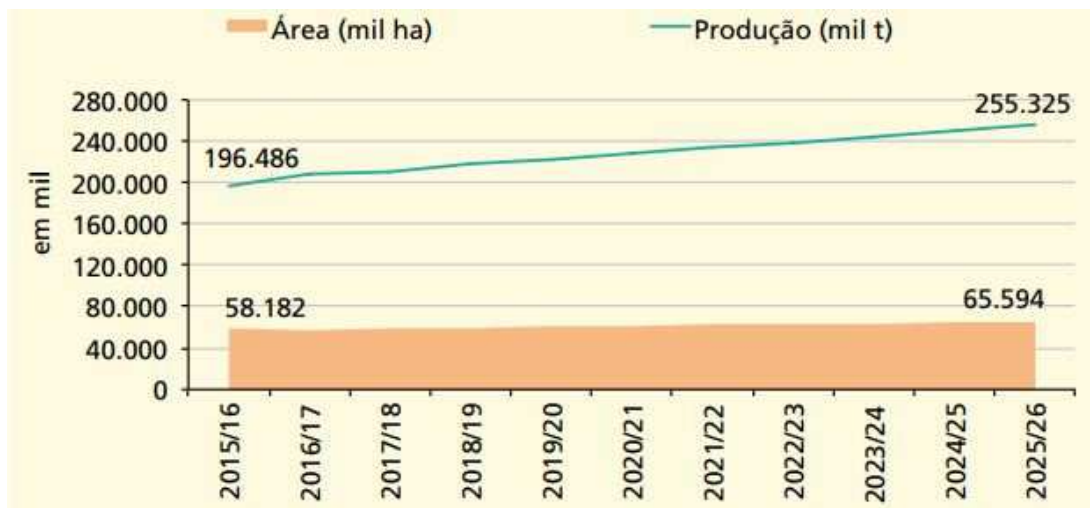


Figura 1 – Produção e Área Plantada de Grãos

Fonte: (SPA/MAPA..., 2016)

Frente a essa grande demanda, surge um desafio que é transportar esses grãos até o seu destino final, portanto, a logística possui um papel fundamental para o desenvolvimento da economia.

A logística tem o objetivo de tornar os produtos e serviços disponíveis no local onde são necessários e no momento em que são desejados, facilitando as operações de produção e marketing (BALLOU, 2006).

O Setor de transportes é considerado como sendo uma atividade-chave dentro de qualquer organização, sendo que nenhuma empresa conseguiria operar sem que houvesse movimentação de suas matérias primas ou de seus produtos acabados (BALLOU, 1993).

Para o transporte desses grãos, o Brasil foca o escoamento em dois grandes modais, o rodoviário e o ferroviário.

O transporte rodoviário brasileiro é a principal alternativa para movimentação de cargas e pessoas, contribuindo significativamente para o desenvolvimento socioeconômico nacional, porém, segundo a Confederação Nacional do Transporte (CNT), 61,8% das estradas brasileiras apresentam algum tipo de deficiência (33,6% em estado regular, 20,1% em estado ruim e 8,1% péssimo) no pavimento, na sinalização ou na geometria da via, o que afeta diretamente no desempenho operacional e a segurança dos usuários. Além disso, pelo fato do Brasil ser um país com extensão continental, os custos envolvidos nesse modal são elevados, e reduzem bastante à competitividade do país em relação a outros países que possuem uma infraestrutura melhor.

Portanto, escoar a produção nacional pelas ferrovias é uma opção, já que é possível transportar uma quantidade elevada de carga e os riscos envolvidos no processo são menores. Dentro dessa visão, estudar projetos que melhorem a eficiência de empresas voltadas ao setor ferroviário é de suma importância.

A competição acirrada entre as empresas, em função de uma economia mundial cada vez mais turbulenta, impulsiona os gestores a tomarem decisões que maximizem os resultados da empresa e os conduza a gerenciar os seus recursos utilizando sistemas de produção de maneira cada vez mais eficaz (KOPAK, 2003). Devido a essa necessidade de otimizar os recursos, diversas empresas têm investido em desenvolver uma cultura de trabalho baseado no *Toyota Production System* (TPS), que tem por objetivo expor e resolver os problemas nos mais diversos ambientes e situações.

Segundo (TUOMI, 2001), o sucesso do negócio está ficando cada vez mais dependente da inovação e do conhecimento, que estão mudando as formas tradicionais de organizar negócios nas empresas. Por isso que, além dos investimentos na estrutura organizacional da empresa, as organizações têm buscado abrir as portas para novas ideias, uma das formas de abrir as portas e buscar novos talentos é através de hackathons, que é uma maratona de programação, onde várias equipes de desenvolvedores se reúnem e tem como objetivo propor soluções para os problemas da instituição organizadora. Além disso, as entidades apostam também na interação com startups para promover soluções eficazes para as principais áreas da companhia.

1.2 Objetivo do trabalho

O objetivo desse trabalho se baseia no desenvolvimento de ferramentas que aperfeiçoam a análise do carregamento ferroviário e rodoviário dentro do terminal de transbordo de grãos de uma empresa do setor ferroviário situado no triângulo mineiro, através de algoritmos, que aumentam a eficiência do processo e melhoram a confiabilidade dos in-

dicadores que auxiliam os gestores na tomada de decisão, pois o que não é medido não é gerenciado (KAPLAN; NORTON, 1997). Para o desenvolvimento dessas ferramentas foram utilizados conhecimentos que envolvem programação na linguagem VBA, conhecimentos relacionados à logística e gestão de projetos.

1.3 Organização do trabalho

O presente trabalho de conclusão de curso está estruturado em cinco capítulos e um anexo, organizados de forma a facilitar sua compreensão e das atividades desenvolvidas ao longo de sua elaboração. A seguir a estrutura adotada:

- Capítulo 1 - Introdução: Neste capítulo foram apresentados uma contextualização do tema, objetivo do estudo e a metodologia utilizada.
- Capítulo 2 - Revisão Bibliográfica: Aborda os conceitos empregados no desenvolvimento do estudo, como o Toyota Production System e os modais de transporte.
- Capítulo 3 – Materiais e Métodos: Apresenta o cenário a ser estudado e o contexto global onde está inserido, além de destacar a situação-problema e as variáveis no processo em estudo.
- Capítulo 4 – Resultados e Discussão: É dedicado à execução do projeto com a utilização do Visual Basic Application e análise dos dados obtidos.
- Capítulo 5 – Comentários finais e conclusões: Compreende a conclusão sobre o projeto, incluindo propostas de melhoria e sugestão para trabalhos futuros.
- Referências: Apresenta as referências utilizadas para o desenvolvimento do trabalho.

II Revisão Bibliográfica

2.1 Metodologia

Para o desenvolvimento desse trabalho foram utilizadas duas metodologias, o PDCA e o Lean Manufacturing.

A metodologia PDCA é uma ferramenta de gestão que tem a função de garantir que a empresa organize seus processos, não importando sua natureza. Sua sigla vem do inglês *plan*, *do*, *check* e *action* (planejar, fazer, verificar e agir). Na sequência podemos observar uma imagem que ilustra a metodologia e sua ordem de execução.



Figura 2 – Ciclo PDCA

Fonte: Elaborado pelo autor

Na fase de planejamento são definidos os objetivos de cada processo até chegar ao objetivo final, buscando identificar problemas, estabelecendo metas e desenvolvendo um plano de ação levando em consideração a política da empresa. Com o plano de ação estabelecido é necessário executar o que foi planejado, assim os indivíduos que participarem da implantação do ciclo PDCA deverão realizar treinamentos de acordo com o método. Cada processo é realizado, conforme aquilo que foi definido na primeira fase. Assim são coletados dados para uma análise posterior. Após a implantação, é necessário verificar todos os processos, para verificar se cada processo cumpre aquilo que foi proposto no

planejamento. É nessa fase que poderão ser encontrados erros ou falhas no processo. De acordo com o resultado na etapa de verificação, serão observadas as falhas nos processos e se os objetivos foram atingidos. É simultaneamente fim e começo. Pois após uma minuciosa apuração do que tenha causado erros anteriores, todo o ciclo PDCA é refeito com novas diretrizes e parâmetros.

2.2 Logística

2.2.1 Breve Histórico e Evolução

Na história, essa palavra está associada as estratégias de guerra utilizadas pelos comandantes de Alexandre “O Grande”, e também na segunda guerra mundial. O planejamento do transporte das tropas e dos recursos necessários para mantê-las era considerado de extrema importância, sendo elemento chave para vencer ou perder uma batalha ([MESQUITA, 2016](#)).

Porém, percebe-se que no passado a logística era pouco utilizada nas empresas, após a segunda guerra mundial as empresas perceberam a importância de se ter um departamento responsável por cuidar da logística, setor que crescia de forma acelerada já que os consumidores ficavam cada vez mais exigentes. Nos anos 50 e 60, a satisfação dos clientes passou a ser um fator importante para as empresas. Nesse contexto que surgiu o conceito de logística empresarial, motivado pela nova tendência do consumidor. Parte dessa mudança se deve também a necessidade de reduzir os custos e maximizar o lucro, uma vez que os custos industriais pós-guerra eram elevados ([RABELO, 2008](#)).

Acompanhando essas mudanças do mercado houve a criação de softwares para o gerenciamento dos processos até então existentes na área da logística. Com isso, começaram a desenvolver a filosofia econômica, deixando de serem estimulados somente pela demanda e passando a gerir melhor os suprimentos. Controle de custo, produtividade, custo de transporte, controle de qualidade são fatores que passaram a ser importantes para a administração empresarial.

2.2.2 Definições e Objetivos

O conceito de logística é muito amplo e existem diversas interpretações. Segundo ([BALLOU, 1993](#)), a logística trata de todas as atividades de movimentação e armazenagem que facilitam o fluxo dos produtos desde o ponto de aquisição da matéria-prima até o ponto de consumo final, assim como dos fluxos de informação que colocamos produtos em movimento, com o propósito de providenciar níveis de serviço adequados aos clientes a um custo razoável.

Já (ALT; MARTINS, 2005), afirma que a logística é responsável pelo planejamento, operação e controle de todo o fluxo de mercadorias e informação, desde a fonte fornecedora até o consumidor final.

(BOWERSOX; CLOSS, 2004) possuem uma visão mais focada no cliente, dizendo que o objetivo central da logística é atingir um nível desejado de serviço ao cliente pelo menor custo possível.

Através das definições dos autores acima citado, podemos perceber que a logística tem por objetivo tornar disponíveis produtos e serviços no local certo, no momento em que são necessários, oferecendo produtos de alta qualidade e de um baixo custo, buscando sempre a satisfação do cliente. Através dessas definições, conclui-se que a logística necessita de uma integração entre informações, estoque, armazenamento, transporte, manuseio de materiais e embalagem. O que faz com que a logística se torne ampla e com uma variedade muito grande de tarefas.

Observa-se que a logística tem o potencial de agregar valores importantes e de otimizar processos, utilizando de modo eficiente os recursos, conseguindo maximizar resultados, tanto para a empresa, que aumenta o seu desempenho, quanto para o cliente, que tem acesso a produtos ou serviços com maior valor agregado.

Tratando-se de situações econômicas, o valor agregado pode ser dividido em quatro fatores:

- Valor de estima: relacionado a status, autoestima, etc;
- Valor de troca: relacionado à equivalência de troca no mercado;
- Valor de custo: relacionado à quantidade de recursos e/ou esforços para obter o produto
- Valor de uso: relacionado ao desempenho do produto nas funções a ele atribuídas.

Simplificando os fatores abordados acima, podemos fazer a seguinte equação:

$$\mathbf{Valor} = \frac{V_{uso} + V_{estima} + V_{troca}}{V_{custo}} \quad (2.1)$$

Os processos que agregam valor são os que diferenciam os produtos e serviços da organização ante seus concorrentes na percepção do cliente. São os valores que fornecem a excelência ao que é disponibilizado pela empresa no atendimento do cliente e influenciam sua percepção de valor (ZAIRI, 1997).

A logística moderna procura eliminar do processo tudo que não tenha valor para o cliente, ou seja, aquilo que acarrete somente os custos e perda de tempo. Procura-se

eliminar esforços desnecessários no processo e que não agreguem um valor percebido pelo cliente. Ao longo do tempo, as empresas bem sucedidas foram aquelas que deslocaram seu foco da visão interna de melhoria dos seus processos para abordagem externa. A abordagem externa está voltada para o mercado, onde o objetivo maior é atender as necessidades e desejos dos seus consumidores e a finalidade é entregar um valor superior aos seus clientes, ou seja, entregar produtos e/ou serviços com maior valor agregado, sob a ótica do cliente (NOVAES, 2007).

2.2.3 Sistema Toyota de Produção

O Sistema Toyota de Produção, também conhecido como *Toyota Production System*, trata-se de uma cultura organizacional com o intuito de expor e eliminar os problemas. A metodologia se baseia em eliminar os três M's: *Muri*, *Mura* e *Muda*.

O **Muri** representa a sobrecarga do sistema, dos equipamentos ou dos operadores, exigindo mais esforço do que o normal. *Mura* é falta de regularidade da operação, causando oscilação no ritmo do trabalho, hora a demanda é muito alta, hora o ritmo é desacelerado. Essa variação pode gerar picos de trabalho e momentos de descanso. Por fim o *Muda*, é a realização de atividades que não agregam valor ao cliente, como retrabalho ou movimentação desnecessária.

Para alcançar os objetivos o TPS tem dois pilares: o *jidoka* e o *just-in-time*. *Jidoka* é a detecção rápida de uma anomalia do processo, interrompendo a produção para evitar desperdícios, garantindo a qualidade do produto e otimizando o processo. Enquanto que o *just-in-time* é a percepção de se produzir o que precisa, no momento certo e na quantidade certa.

2.2.4 Lean Manufacturing

O *Lean Manufacturing* é uma ferramenta desenvolvida dentro do TPS que tem como objetivo identificar e eliminar desperdícios. Durante o desenvolvimento do sistema enxuto da Toyota, formularam o que chamaram de “os 7 desperdícios” da indústria: defeito, espera, transporte, movimentação, excesso de estoque, excesso de produção e processamento excessivo. Desperdício é tudo que consome recursos, porém não agrega valor e deve ser combatido na busca da satisfação do cliente. A grande dificuldade é encontrar esses desperdícios, uma vez que eles estão “camuflados” dentro dos processos, muitas vezes as pessoas estão sempre ocupadas e não fazem uma análise crítica do que está sendo executado, com isso os desperdícios são aceitos como parte da operação.

Esse conceito foi desenvolvido pioneiramente por Taiichi Ohno (1912-1990), um dos principais executivos da Toyota, considerado um dos idealizadores da filosofia *lean*. A seguir, aborda-se á cada um desses desperdícios.

1. *Defeito*: O ideal, em qualquer empresa, é que tudo seja feito corretamente na primeira vez. Isso dispensaria que a organização demandasse tempo, recurso e pessoas para refazer ou corrigir o que já foi feito, evitando o retrabalho e o desperdício de material e energia.
2. *Espera*: A espera de um produto, componente, serviço, autorização ou informação pode ser responsável por interromper o fluxo da tarefa. Esse desperdício pode ser conhecido como o “gargalo da produção”, aquela etapa que pode travar todo o processo, causando ociosidade de pessoas ou de equipamentos.
3. *Transporte*: Um layout inadequado da planta da fábrica, um fluxo complexo dos materiais, fornecedores distantes, uma rota ineficiente do produto ou até mesmo um local de trabalho desorganizado podem causar um deslocamento desnecessário do material ou de equipamentos. Erros por exemplo de transportar peças erradas ou envio de material para o local errado são movimentações que não agregam valor no final do processo, ou seja, devem ser eliminados para tornar o negócio mais produtivo e rentável.
4. *Movimentação*: Movimentos desnecessários são aqueles que não são tão pequenos ou tão fáceis de fazer quanto possível. Como por exemplo, os deslocamentos excessivos entre as estações de trabalho, ou até mesmo o movimento de se abaixar para pegar um objeto pesado no chão enquanto que ele poderia estar em uma mesa na altura da cintura reduzindo o esforço para alcançar. Todos esses movimentos custam tempo e podem sobrecarregar seus funcionários, desenvolvendo lesões e consequente afastamento.
5. *Excesso de estoque*: O estoque pode ser tanto de insumos necessários para a produção, quanto de produtos prontos para o consumo. Em ambos os casos o desperdício deve ser evitado. O estoque ocorre por uma falta de planejamento, gerando gastos desnecessários e demandando recursos que poderiam ser utilizados em outras áreas. Além disso, o estoque pode ocultar outros desperdícios como retardar a detecção de defeitos, gerando um retrabalho em grandes lotes.
6. *Excesso de produção*: Considerado por muitos o mais grave desperdício, a superprodução é quando a empresa produz mais do que ela pode vender. Geralmente ocorre devido ao trabalho com grandes lotes, longos prazos de entrega, relações entre cliente e fornecedor pobre e uma série de outras razões. Cada etapa deve produzir exatamente o que a etapa seguinte consegue atender, o processo deve obedecer a um fluxo, o excesso da produção causa um desequilíbrio na linha de produção desenvolvendo outros desperdícios. Portanto, produzir mais do que é necessário utiliza recursos de maneira ineficiente, consumindo capacidade de trabalho que deveria ser utilizada atendendo a demanda do cliente.

7. *Processamento excessivo*: É quando é feito ações que não precisavam ser realizadas, ou quando existe muita burocracia nas atividades. Em suma são processos realizados por homens ou máquinas, que não agregam valor ao cliente. O resultado final seria o mesmo com, ou sem a etapa.

2.3 Modais de Transporte

De acordo com (BALLOU, 2001), mesmo com os avanços da tecnologia, o transporte é fundamental para que o processo logístico seja concluído. E muitas empresas buscam na logística de transporte obter um diferencial competitivo. A empresa pode utilizar a logística como estratégia competitiva, uma vez que consiga se diferenciar dos concorrentes, aos olhos de seus clientes, e, busque reduzir seus custos aumentando assim o seu lucro.

A experiência final do cliente está diretamente ligada ao transporte de cargas. Existem diversos modais de transporte e cada um deles possui características operacionais e custos específicos. Portanto, a escolha do tipo de transporte é muito importante, já que pode proporcionar vantagens competitivas no serviço prestado.

Cada meio de transporte têm suas vantagens e desvantagens, assim, é muito importante conhecer o trajeto, o tipo de carga e seus custos antes de escolher a modalidade. A escolha deve levar em consideração diversos aspectos, como as características de serviços, rotas possíveis, rapidez, versatilidade, capacidade de transporte, segurança e devemos também analisar os custos.

2.3.1 Rodoviário

O transporte rodoviário é aquele feito através das ruas, estradas e rodovias, sejam elas pavimentadas ou não. Esse modal é o mais importante meio de condução de cargas e de passageiros no Brasil, devido principalmente a sua simplicidade de funcionamento e sua versatilidade ao transportar diversos tipos de carga. São utilizados veículos como caminhões e carretas. Esse modal começou em 1861 quando a estrada União Indústria foi inaugurada, contudo, foi com o presidente Juscelino Kubitschek na década de 50 que o modal rodoviário foi implementado de maneira contundente, atraindo empresas automobilísticas e correlatas, como empresas de autopeças, componentes elétricos, lubrificantes e etc. Em nome dessa estratégia para atrair capital e gerar emprego, as ferrovias, foram sucateadas e desprezadas em favor do rodoviário.

Com 1,53 milhões de km de rodovias, esse modal tende a ser flexível em seu trajeto, podendo ir praticamente a todos os pontos do país oferecendo um serviço de entrega porta a porta, ou seja, a carga é levada de um ponto diretamente ao outro ponto, sem precisar

de uma etapa intermediária. Além disso, pode ser utilizado com facilidade, pois não possui tantas formalidades se comparado a outros modais.

Em desvantagem a maior parte das rodovias se encontra em um estado de conservação ruim, promovendo um aumento na manutenção dos veículos e alto índice no risco de roubo de cargas. Outro ponto que impacta negativamente é a qualidade da frota de veículos que estão em atividade, a média aproximada da idade dos automóveis é de 18 anos, ou seja, boa parte da frota é antiga, o que acarreta em mais gastos com manutenção, maior risco de quebra e consequentemente o preço do frete e o tempo da entrega aumentam.

2.3.2 Ferroviário

A história da ferrovia no Brasil inicia-se em 30 de abril de 1854, com a inauguração, por D. Pedro II, do primeiro trecho de linha, a Estrada de Ferro Petrópolis, ligando Porto Mauá à Fragoso, no Rio de Janeiro, com 14 km de extensão. Na época o processo de implantação de uma linha férrea era muito complicado e possuía diversas dificuldades. No período imperial o país abriu diversas concessões na busca de parceiros para financiarem projetos de infra-estrutura, esse modelo se tornou característica do governo. Entre o final do século XIX e início do século XX os recursos, sobretudo dos britânicos, alavancaram a construção de linhas férreas.

O capital estrangeiro foi essencial para a expansão ferroviária, aumentando também a exportação de mercadorias do país, já que as primeiras linhas interligaram os centros de produção agrícola e de mineração aos portos diretamente, facilitando o escoamento da produção.

Em 1957, Getúlio Vargas assina a Lei 3.115, criando a Rede Ferroviária Federal S.A. (RFFSA), para administrar as estradas de ferro de propriedade do Governo Federal. Constituiu-se como sociedade de economia mista integrante da administração indireta do Governo Federal, vinculada funcionalmente ao Ministério dos Transportes.

Já em 1992, a RFFSA foi incluída no Programa Nacional de Desestatização (PND), o processo ocorreu no período de 1996 a 1998, separando a malha ferroviária em seis sistemas regionais, logo o governo realizou a concessão das linhas pelo período de 30 anos, mediante licitação, e o arrendamento, por igual prazo, dos ativos operacionais da RFFSA aos novos concessionários.

A separação da malha ferroviária deu origem as seguintes concessionárias:

- Ferrovia Novoeste S.A.
- Ferrovia Centro-Atlântica S.A.

- MRS Logística S.A.
- Ferrovia Tereza Cristina S.A.
- Cia. Ferroviária do Nordeste
- Ferrovia Sul-Atlântica S.A.
- Ferrovias Bandeirantes S.A.

A Ferrovia Centro-Atlântica (FCA) iniciou suas atividades em 1º de setembro de 1996, após o processo de desestatização da malha da RFFSA. Originalmente a FCA foi consorciada por um grupo de empresas tanto nacionais quanto estrangeiras. Voltada exclusivamente para a operação ferroviária de cargas, a FCA passou a desenvolver sua logística focada, principalmente, em grãos como a soja, derivados de petróleo e álcool combustível. A partir de agosto de 1999, a Companhia Vale do Rio Doce passou a ser líder do grupo de controle da Ferrovia Centro-Atlântica, fortalecendo o processo de gestão e recuperação da empresa. Em setembro de 2003, autorizada pela Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT), a Vale assumiu o controle acionário da FCA, com 99,9%.

Em 2013 a FCA foi fundida na nova empresa Valor da Logística Integrada (VLI) que reunia todos os ativos de logística da Vale. A VLI possui uma malha maior que a FCA, incluindo as operações em linhas como a Ferrovia Norte Sul (FNS) e a Ferrovia de Integração Oeste Leste (FIOL). Os projetos culturais da FCA foram todos mantidos, repassados e estendidos pela VLI, que rapidamente tornou-se uma das maiores companhias ferroviárias do Brasil em sua história ferroviária.

O modal ferroviário tem como características principais o atendimento a longas distâncias e o transporte de um volume expressivo de cargas com menor custo de seguro e frete. O transporte ferroviário é mais barato, porém a flexibilidade no trajeto é limitada, logo se comparado com outros modais, esse modal pode ser considerado menos ágil quanto os outros.

Atualmente a malha ferroviária do país possui cerca de 29 mil km, se compararmos com outros países podemos perceber que a densidade da malha ferroviária é muito pequena.











		Área (milhões km ²)	Ferrovias (mil km)	Ferrovias/Área (km/1.000 km ²)
	EUA	9,83	224,79	22,9
	Índia	3,29	68,53	20,8
	China	9,60	191,27	19,9
	África do Sul	1,22	20,99	17,2
	Argentina	2,78	36,92	13,3
	México	1,96	15,39	7,8
	Canadá	9,98	77,93	7,8
	Rússia	17,10	87,16	5,1
	Austrália	7,74	36,97	4,8
	Brasil	8,52	28,54	3,4

Figura 3 – Densidade das Malhas Ferroviárias

Fonte: (ANTF, 2019)

Como desvantagens, podemos citar a falta de flexibilidade já que não é possível fazer a entrega de porta a porta, dificuldade em percorrer áreas de acentuado declive ou acen- tuado, um custo alto de investimento e manutenção, e, além disso, existe uma diferença no tamanho das bitolas (distância interna entre os trilhos). Na malha ferroviária do Brasil é comum encontrar bitolas de 1,00 m (bitola métrica) e bitolas de 1,60 m (bitola larga), o que diminui ainda mais as variações de percurso dos trens.

Na Figura 4 mostram-se as matrizes (modais) de comparação de transporte para alguns países.

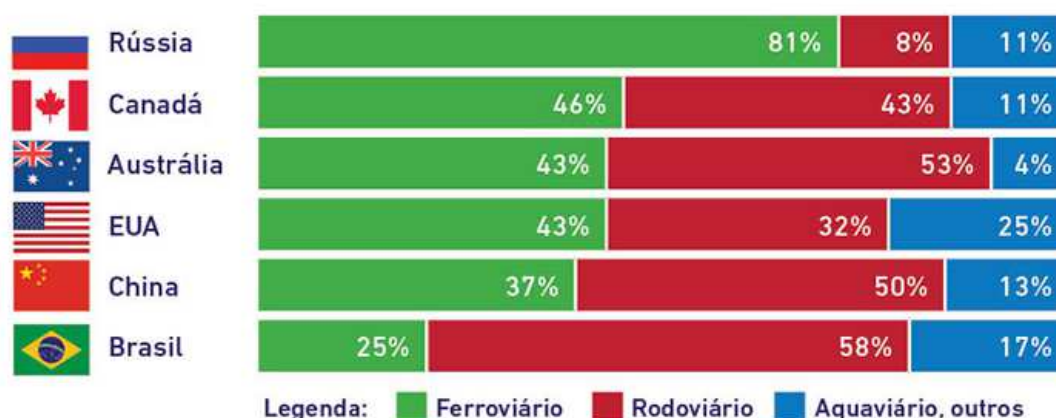


Figura 4 – Comparação de matrizes de transporte de carga

Fonte: (ANTF, 2019)

2.4 Evolução Digital

Para se chegar ao computador que conhecemos hoje muitas barreiras tiveram que ser quebradas, tanto na matemática, na engenharia, quanto na eletrônica. De acordo com as ferramentas e sistemas utilizados podemos dividir a evolução do computador em quatro períodos.

A primeira geração compreende o período de 1951 até 1959 onde os computadores funcionavam por meio de válvulas e circuitos eletrônicos e tinham um tamanho exponencial, além de consumir cerca de 200 kW. Um exemplo é o ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Computer) que foi o primeiro eletrônico desenvolvido, que pesava 30 toneladas, possuía 19.000 válvulas, 25 metros de comprimento e 5,5 de altura.

A segunda geração ocorreu entre 1959 e 1965, os computadores ainda tinham dimensões elevadas, mas ela é marcada pela utilização de transistores, que tiveram a função de substituir as válvulas.

Na geração seguinte de 1965 até 1975 os computadores funcionavam por meio de circuitos integrados, que consistia em uma síntese das válvulas e dos transistores em uma placa de silício, o chip. Com isso o tamanho dos equipamentos reduziu bastante e a capacidade de processamento era maior. Foi nesse período que os computadores pessoais começaram a ser utilizados.

Já a quarta geração começou em 1975 com o desenvolvimento da tecnologia da informação e vai até os dias atuais. Atualmente temos a presença de microprocessadores, que possibilitam um equipamento mais rápido, com memórias cada vez maiores e com menor consumo de energia. A partir da década de 90, os computadores pessoais tiveram uma grande expansão. Além disso, houve o início da era dos smartphones, tablets, entre outros, que proporcionam a conexão móvel.

Portanto podemos afirmar que a tecnologia se tornou parte inseparável de nossas vidas, com sistemas digitais estando presentes em toda parte. Logo é fácil compreender o porquê as empresas incorporaram essas tecnologias para melhorarem seu desempenho e aumentar sua competitividade no mercado. É indiscutível que em relação à coleta, armazenamento e distribuição dos dados as tecnologias da informação têm revolucionado esse meio, software específico para essas situações tem sido desenvolvidos com o objetivo de melhorarem e facilitarem a análise de dados, bem como os recursos da Internet, têm moldado não somente os procedimentos metodológicos, mas, principalmente o olhar do analista diante dos dados e de seu problema, buscando transformar os dados em informações que possam ajudar a empresa no entendimento do processo e na prestação de serviços. São através dos dados que conseguimos decifrar informações preciosas sobre o perfil dos nossos clientes internos e externos.

Para que a indústria siga com seus processos funcionando de forma harmônica e

organizada, as ferramentas de BI (Business Intelligence) oferecem solução para o setor econômico. Com essas plataformas é possível conseguir informações através dos dados que ajudam a aumentar a produtividade industrial, melhorar a logística de distribuição e apoiar os gestores na tomada de decisões.

É fundamental entender a mensagem que os dados passam, e não olhar para eles apenas como números dispostos em planilhas. Em qualquer atividade econômica necessita-se de uma análise maior para o aumento da produtividade. Na indústria não é diferente, é possível conseguir resultados inimagináveis quando os dados são manuseados corretamente. Assim, os gestores ganham um aliado na interpretação dos números e alavancam suas fábricas dentro do mercado competitivo.

III Materiais e Métodos

Para execução desse trabalho foram necessários:

- Computador
- Pacote OFFICE
- Visual Basic Application
- Noções de programação
- Noções de estatística
- Noções de gestão da qualidade

A primeira etapa do trabalho foi compreender todo o contexto da empresa e toda a cadeia produtiva, foi desenvolvido um fluxograma com todos os modos de carregamento. Na Figura 5, mostra-se o fluxograma dos vagões, na chegada do vagão caso ele esteja carregado ele é direcionado para a tulha de descarga, mas se essa estiver ocupada realizando o transbordo de outro vagão ou fechada para manutenção, o vagão é estacionado no pátio até que a tulha esteja livre. Depois que a tulha é liberada e o produto descarregado, o vagão é direcionado para a limpeza para que posteriormente seja carregado com um novo produto. Se na chegada o vagão estiver vazio ele é direcionado para o carregamento, o transbordo pode ser realizado dentro das instalações da empresa, ou em empresas terceiras, caso a tulha de carregamento esteja ocupada ou em manutenção, o vagão é estacionado no pátio para aguardar o carregamento. Após carregado ele é inserido em uma composição para partir em direção ao porto.

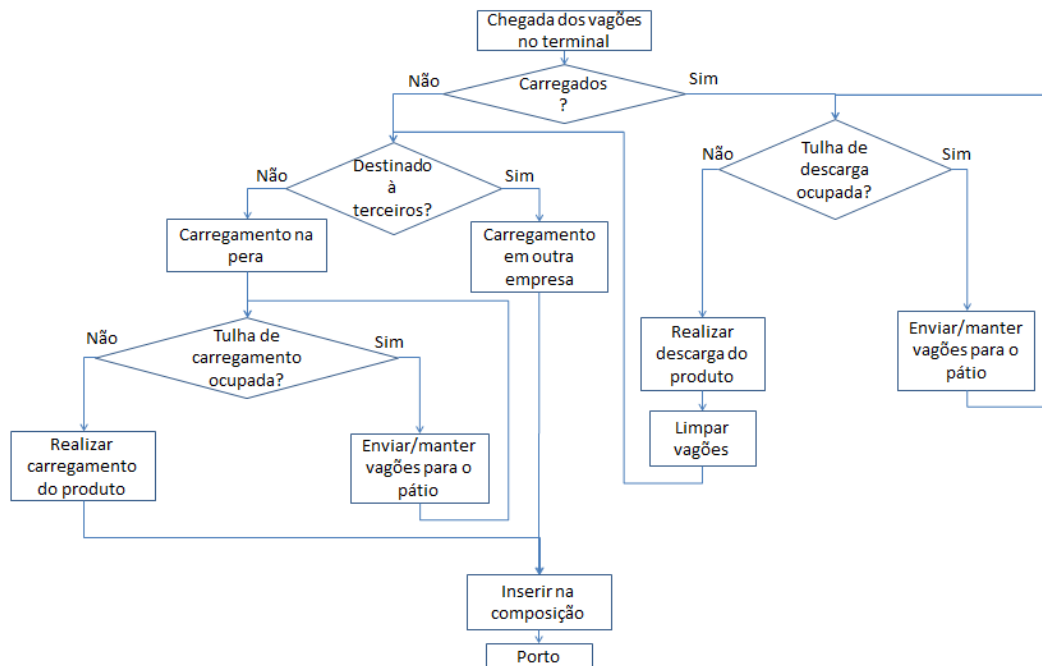


Figura 5 – Fluxograma dos vagões

Fonte: Elaborado pelo autor

Dentre os trens que transportam vagões vazios, podemos separá-los em duas categorias, o trem padrão e o trem não padrão. O trem padrão é a composição que chega com os vagões vazios na formação correta para que após o carregamento ele já possa ser preparado para partir. Já no trem não padrão vai ser necessário realizar uma ou mais manobras após o carregamento para colocar a formação dentro dos padrões da empresa. Essa manobra pode ser para inserir ou remover um vagão ou uma locomotiva.

Na Figura 6, mostra-se uma vista superior da empresa, que contempla o pátio, a tulha de descarga de fertilizantes e a pera de carregamento de grãos.



Figura 6 – Vista superior do terminal ferroviário

Fonte: (GOOGLE, 2018)

Na Figura 7 é possível ver com mais detalhes a pera de carregamento, o local tem esse nome justamente por causa de seu formato, que se assemelha à fruta pera. A área de carregamento possui esse formato para facilitar o transbordo do produto e diminuir a quantidade de manobras necessárias para montar a composição. Nos layouts anteriores era necessário quebrar a sequência de vagões em várias partes e realizar o carregamento dessas partes de maneira separada, o que demandava muito tempo. Com o novo layout, é possível que o trem entre e carregue os vagões de maneira sequencial, sem ser necessário inserir ou retirar vagões, com isso o processo se torna mais rápido e ágil.



Figura 7 – Pera de carregamento

Fonte: (GOOGLE, 2018)

Depois houve uma conversa com os operadores para entender as dificuldades de se utilizar as ferramentas antigas e para ouvir as sugestões de como deveria ser a nova

ferramenta.

3.1 Sistema do Giro de Locomotivas

O desenvolvimento do projeto surgiu devido a uma necessidade de melhorar a análise do carregamento ferroviário, foi percebido que para fazer a análise era necessário realizar uma serie de passos manuais até se obter os resultados e toda vez que a base de dados recebia uma informação nova era necessário repetir todos os passos novamente até chegar em um novo resultado final.

A empresa já possuía uma ferramenta desenvolvida em VBA para realizar essa atividade, porém a mesma apresentava problemas no momento da execução e não estava sendo utilizada, pois possuía um código confuso e uma interface não agradável. No primeiro momento foi tentado consertar a primeira ferramenta, e mesmo ela voltando a funcionar percebeu-se que havia muitos pontos para melhorar. Na Figura 8 é possível ver a interface da ferramenta antiga.

A interface da ferramenta antiga, intitulada "Acompanhamento Etapas Tempo Giro", apresenta uma estrutura organizada em seções para o registro de dados. No topo, há campos para "Trem", "Modelo Trem" e "Ultima atividade". A interface é dividida em quatro seções principais, cada uma com um título em vermelho: "ATIVIDADES INICIAIS", "ATIVIDADES CARREGAMENTO", "ATIVIDADES NA PERA APÓS FIM DO CARREGAMENTO" e "ATIVIDADES NO PÁTIO". Cada seção contém campos para entrada de dados, como datas e tempos, e botões para navegação. No rodapé, há botões "OK" e "Correção".

Figura 8 – Interface da ferramenta antiga

Fonte: Elaborada pelo autor

Foi feito uma pesquisa com os operadores que utilizavam a planilha para inserir os dados e houve dois problemas detectados: o primeiro que a interface não era amigável e dava muitos problemas e o segundo que o cálculo do acumulado mensal era muito demorado.

Feito uma primeira análise da ferramenta, foi verificado que a interface dava abertura para inserir dados errados, como por exemplo inserir uma data final anterior a data inicial, isso causava problemas futuros. Também era possível inserir impactos que não

estavam mapeados, logo o algoritmo não era capaz de detectar esses valores e com isso os resultados ficavam contaminados.

Verificando o porque o cálculo do acumulado mensal era tão demorado, foi percebido que ao solicitar o cálculo das mesmas, o algoritmo realiza toda a análise, gerando informações que não eram uteis aos operados, uma vez que eles não fazem uma análise criteriosa do processo, esse papel é do analista.

Portanto, feito essa análise inicial do processo, foi levantado uma lista com diversos pontos de falha e possíveis melhorias do sistema.

- Interface não agradável;
- Código confuso e sem comentários;
- Possibilidade de inserir dados errados;
- Falha no processo de análise;
- Dificuldade de inserir novos impactos;
- Ferramenta sem IT (Instrução de Trabalho);
- Não fazia análise de outros processos internos;
- Sem espaço para observações;
- Dificuldade em gerar a ficha do trem.

Mapeado os pontos de melhoria foi iniciado o novo projeto, o primeiro foi separar a ferramenta do operador da ferramenta do analista, a primeira vai servir apenas para inserir os dados e calcular o acumulado, enquanto a segunda vai ser para realizar uma análise mais profunda do processo, verificando os principais impactos do carregamento em todas as etapas.

3.2 Sistema do Fertilizante

Devido a grande aceitação do novo sistema foi solicitado o desenvolvimento de outras ferramentas para diversas áreas da companhia, dentre elas a área de descarregamento do fertilizante, esse projeto foi desenvolvido junto com outros dois estagiários, Gustavo Costa e Rodrigo Gontijo. Novamente foi feito uma lista com os pontos de falha e de melhoria do processo:

- Taxas calculadas incorretamente devido a um processo não padronizado;

- Incompatibilidade entre os eventos apontados e os horários de abertura e fechamento de taxas;
- Paradas operacionais apontadas sem confiabilidade (base histórica contaminada);
- Retrabalho do controlador em abrir e fechar taxas no decorrer do dia e apontar as paradas operacionais.

Com isso verificou-se a necessidade da construção de um banco de dados confiável em que o operador não teria acesso direto ao cálculo de taxa e relataria apenas os eventos ocorrentes no turno.

IV Resultados e Discussões

4.1 Sistema do Giro de Locomotivas

4.1.1 Planilha do Operador

Na tela do operador foram inseridos os botões e uma árvore que resume o acumulado do mês. O operador só precisava informar a data e apertar o botão atualizar e com base no banco de dados o algoritmo faz a conta e preenche toda a árvore informando o acumulado do mês e fazendo a separação por categoria. Na Figura 9 mostra-se a aba inicial da ferramenta do operador.

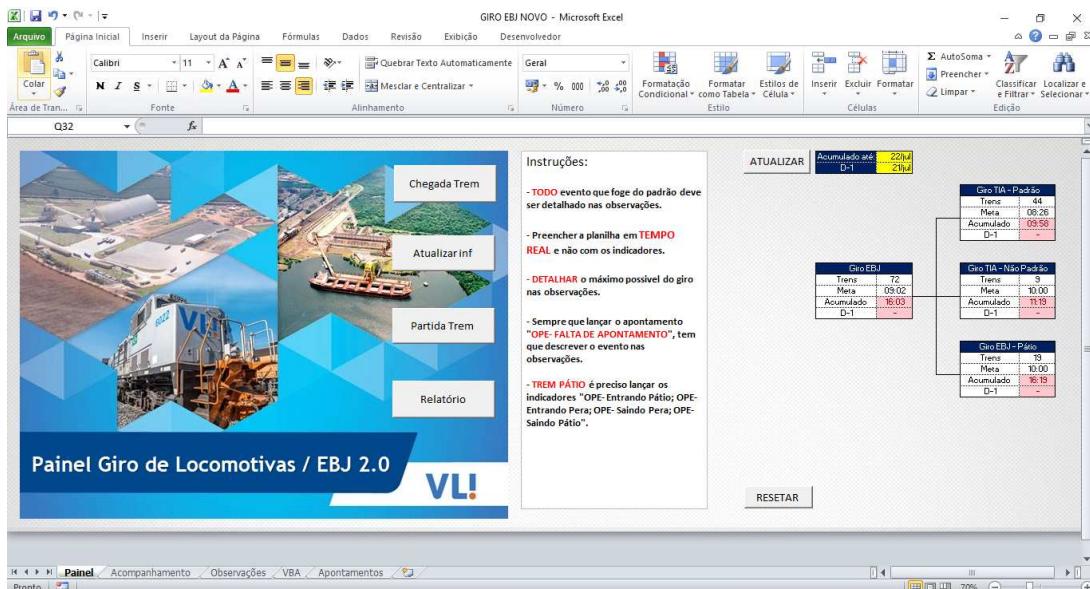


Figura 9 – Ferramenta do operador

Fonte: Elaborada pelo autor

Ao realizar a nova interface foi identificado que o processo se resume a muitos loops, portanto era possível simplificar o painel com a ideia de exibir apenas as atividades antes, durante e depois de cada etapa, diferente do que era feito na planilha anterior, que exibia todas as etapas de uma só vez, o que dificultava a visualização e o preenchimento. Com isso foi possível desenvolver um painel mais simples que identifica a etapa em que o processo se encontra e resume a tela, focando apenas na tarefa atual. Ao passar para a próxima etapa, a que estava como atual se torna a etapa antes, a que estava como próxima se torna a atual e o código exibe a etapa subsequente. Isso impede que o operador pule etapas e facilita o entendimento da operação.

Na Figura 10 tem a nova interface da ferramenta, ela identifica em qual etapa do carregamento o trem se encontra, e a partir desse input ela exibe as informações inseridas e ajusta a tela para que o operador possa inserir novos eventos no histórico da composição na etapa correta.

A interface 'Acompanhamento do Giro' possui uma barra de título com o nome da janela e um ícone de fechar. O formulário é dividido em seções para entrada de dados e uma área de visualização. No topo, há campos para 'Trem:' (menu suspenso), 'Modelo:' (campo de texto) e 'Chegada no Pátio:' (campo de texto). Abaixo, um campo 'Chegada no Pátio:' com o formato 'dd/mm/aa hh:mm'. Uma seção intitulada 'Impactos no Pátio' contém dois menus suspensos e dois campos de texto 'Início:' e 'Fim:'. Um botão 'Inserir' está ao lado desses campos. Na base da seção, há um campo 'Chegada na Pera:' com o formato 'dd/mm/aa hh:mm'. Na barra inferior, há quatro botões: 'Próxima Etapa', 'Observações', 'Limpar' e 'Remover Evento'. À direita, uma área grande intitulada 'Histórico do Trem' serve para a visualização dos dados.

Figura 10 – Nova interface

Fonte: Elaborada pelo autor

O novo painel faz um comparativo entre as datas e verifica se o lançamento de datas está dentro de uma cronologia, evitando que o operador possa inserir uma data fim anterior a data de início. Como foi percebido que existia muito erro de digitação no momento de inserir a data, o sistema preenche automaticamente a parte da data, visualizamos isso na Figura 11, assim o operador só precisa inserir o horário que a atividade aconteceu, portanto o operador só precisa alterar a data quando o evento atravessa de um dia para o outro, ao fazer a alteração o algoritmo já identifica a mudança e passa a preencher o campo de data com o valor atual.

Acompanhamento do Giro

Trem: J101 Modelo: PERA Chegada no Pátio: 01/01/18 13:00

Chegada no Pátio: 01/01/18 13:00 dd/mm/aa hh:mm

Impactos no Pátio

Início: 01/01/18 Fim: 01/01/18 Inserir

Chegada na Perra: 01/01/18 dd/mm/aa hh:mm

Próxima Etapa Observações Limpar

Histórico do Trem

Evento	Início	Fim
Trem entra pátio	01/01/2018 13:00	

Remover Evento

Figura 11 – Preenchimento de datas

Fonte: Elaborada pelo autor

Na Figura 12 podemos ver a mensagem de alerta que o sistema exibe ao operador quando este tentar inserir um conjunto de datas inválidas. Observe que a hora de início é 14 horas, enquanto que a hora que o impacto acaba é 13 horas, portanto o horário fim é anterior a data de início, gerando uma inconsistência das informações. Caso o sistema salva-se dessa forma o cálculo de duração do evento daria negativo, invalidando a informação, por isso é necessário atuar na verificação desses dados.

Acompanhamento do Giro

Trem: J101 Modelo: PERA Chegada no Pátio: 01/01/18 13:00

Chegada no Pátio: 01/01/18 13:00 dd/mm/aa hh:mm

Impactos no Pátio

OPE Abastecimento

Início: 01/01/18 14:00 Fim: 01/01/18 13:00

Chegada na Perra: 01/01/18 dd/mm/aa hh:mm

Próxima Etapa Observações Limpar

Histórico do Trem

Evento	Início	Fim
Trem entra pátio	01/01/2018 13:00	

Remover Evento

Microsoft Excel

Data Final é anterior a Data de Início

OK

Figura 12 – Mensagem de erro

Fonte: Elaborada pelo autor

Uma das justificativas do operador de inserir impactos que não estavam mapeados era que a lista de apontamentos era incompleta e que faltavam eventos não rotineiros, com isso foi inserido um botão de observações no painel e o impacto “OPE - Falta de apontamento”, com isso o operador deveria detalhar o evento no campo de observações para que posteriormente fosse inserido o impacto na lista de apontamentos. Na Figura

13 é possível visualizar a tela que é exibida quando o botão “Observações” é selecionado, nessa tela é possível inserir as observações.

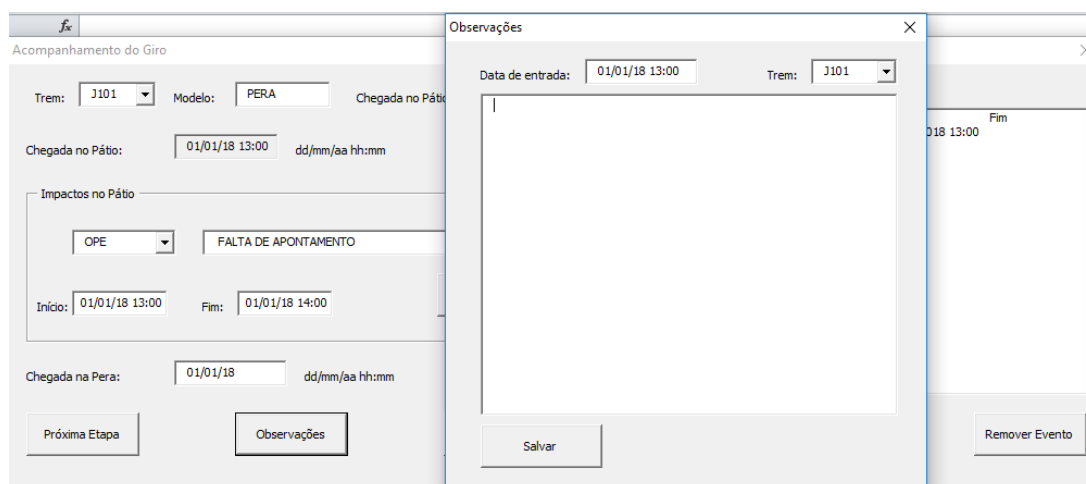


Figura 13 – Campo de observações

Fonte: Elaborada pelo autor

Na Figura 14 mostra-se a mensagem de erro que o sistema exibe caso o operador tente inserir um impacto que não esteja listado. No exemplo o operador tentou digitar o evento “MANUTENSÃO”, além do evento não existir no banco de dados o operador digitou a palavra de modo incorreto, ao tentar salvar o algoritmo busca no banco de dados àquela informação e ao perceber que está não existe, retorna a caixa de texto informado o erro.

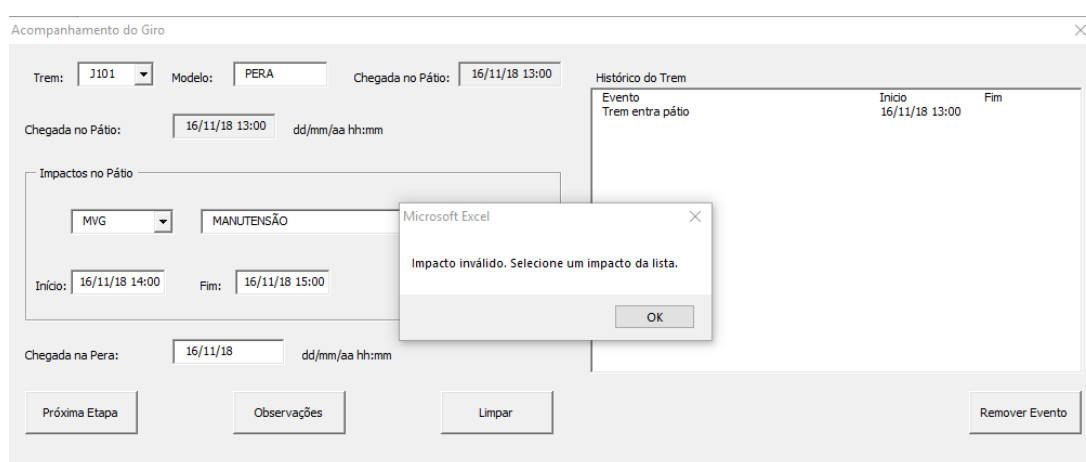


Figura 14 – Mensagem de impacto inválido

Fonte: Elaborada pelo autor

4.1.2 Planilha do Analista

A ferramenta utilizada pelo analista não possui nenhum painel de interface, já que a função da planilha é realizar os cálculos e entregar os resultados. O algoritmo da planilha automatiza todo o processo manual facilitando a análise.

A primeira etapa do programa é abrir a planilha do operador que possui as informações inseridas, copia essas informações, cola na planilha do analista e fecha o arquivo do operador. Depois inicia o processo de fragmentação dos dados, separando por tipo de carregamento e por etapa. O algoritmo identifica quantos trens foram realizados no mês e inicia o loop, fazendo análise trem a trem.

Primeira verificação é o tipo de carregamento, se é “PERA”, “NP” ou “PÁTIO”, após a identificação o algoritmo já sabe em qual aba deve alocar o impacto. A segunda verificação é identificar em qual etapa o impacto está inserida, a operação é dividida em três momentos, antes do carregamento, durante o carregamento e após o carregamento, como os eventos são lançados de maneira cronológica podemos ter a certeza que os dados estão inseridos na ordem correta, portanto o algoritmo inicia a análise alocando todos os impactos na etapa ANTES até que apareça o evento “Início do Carregamento”, a partir desse instante o VBA passa a alocar os impactos na etapa DURANTE até que pareça o evento “Fim do Carregamento”, depois desse instante o programa insere todos os impactos na etapa APÓS.

Depois de fazer a segregação o código busca na coluna se existe algum apontamento semelhante, caso não exista ele insere o novo impacto, sua duração e identifica que é sua primeira ocorrência. Se o impacto já estiver na lista o algoritmo soma a duração ao valor existente e aumenta a ocorrência em uma unidade. Com os valores da duração total de cada impacto e a quantidade de ocorrências é possível descobrir a média de cada impacto e organizar de forma crescente.

Todos esses valores estão inseridos em tabelas dinâmicas que atualizam automaticamente os gráficos, portanto ao fim da execução do código temos todas as informações atualizadas e organizadas de uma maneira visual. Na Figura 15 é possível ver a disposição dos gráficos na aba painel.

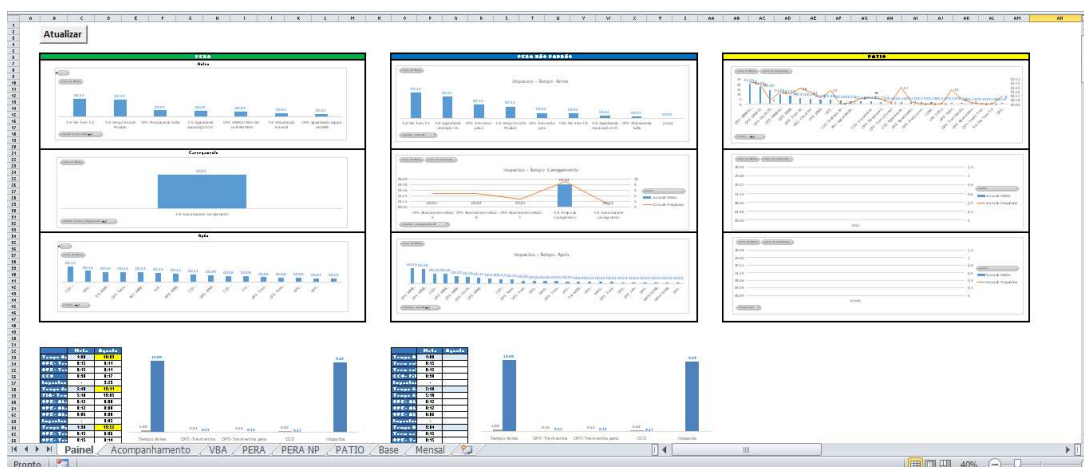


Figura 15 – Ferramenta do analista

Fonte: Elaborada pelo autor

Na sequência na Figura 16 vemos uma parte do código do sistema.

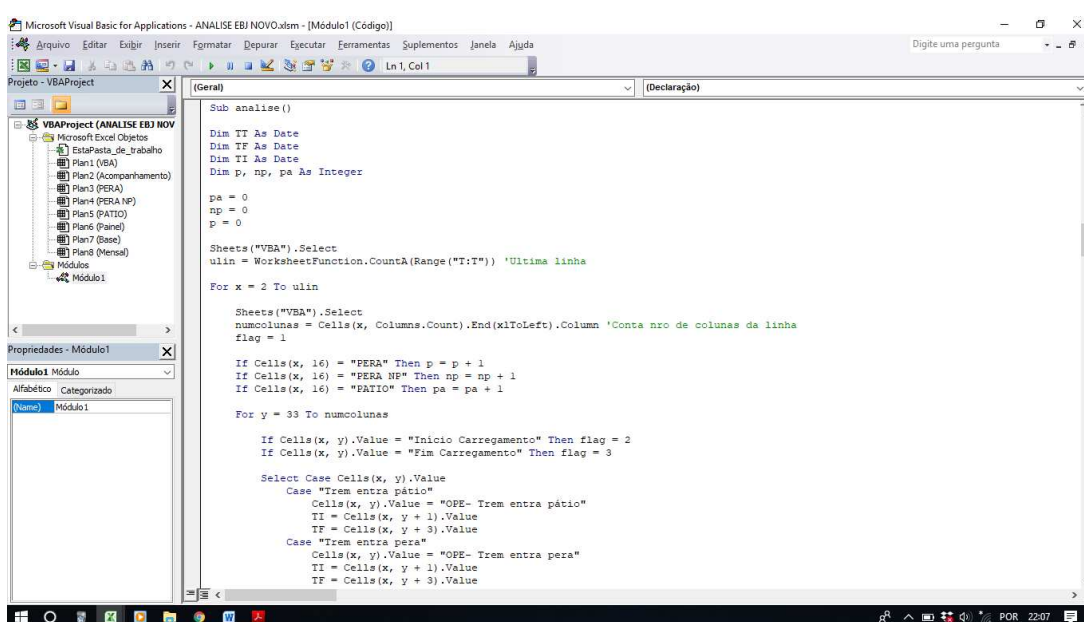


Figura 16 – Código da planilha do analista

Fonte: Elaborada pelo autor

4.2 Sistema do Fertilizante

Na ferramenta do setor de fertilizantes, todos os eventos eram lançados manualmente e as formulas estavam dentro das células da planilha. O operador ao inserir os eventos já visualizava qual era a taxa de descarga, caso o valor estivesse fora da meta, o

próprio operador podia alterar os eventos com o intuito de burlar o sistema e forjar uma nova taxa. Com isso o processo perdia confiabilidade.

Utilizando os mesmos princípios do projeto do giro de locomotivas, foi desenvolvido um painel de interface que impediria o usuário de inserir informações erradas e que padronizaria o banco de dados, facilitando o processo de análise da operação. Como o processo era 24 horas, o operador só precisava inserir o evento e o horário de término. Foi inserida uma caixa de observações para que o colaborador pudesse informar aos superiores eventos que não estivessem dentro do padrão.

	Mês	INICIO	TÉRMINO	Duração (aa:aa:aa)	Duração (aa:aa)	Prefixo	Lote	EVENTO	DETALHES	TURNIO	TONL	QNT
5438	1	02/01/2017 14:16	02/01/2017 14:42	00:26:00	0,43	C705	3,00	Operando		2º Turno		
5439	1	02/01/2017 14:43	02/01/2017 15:30	00:47:00	0,78	C705	3,00	TRF-01	sensor movimento	2º Turno		
5440	1	02/01/2017 15:31	02/01/2017 16:00	00:29:00	0,48	C705	3,00	Operando		2º Turno		
5441	1	02/01/2017 16:01	02/01/2017 16:35	00:34:00	0,57	C705	3,00	DSS/Troca de Turno		3º Turno		
5442	1	02/01/2017 16:36	02/01/2017 23:05	06:29:00	6,48	C705	3,00	Operando		3º Turno		
5443	1	02/01/2017 23:06	02/01/2017 23:59	00:53:00	0,88	C705	3,00	Tremonha vagão emperrada		3º Turno		
5444	1	03/01/2017 00:01	03/01/2017 01:55	01:54:00	1,90	C505	1,00	Lavando Vagões.		1º Turno		
5445	1	03/01/2017 01:56	03/01/2017 03:45	01:49:00	1,82	C505	1,00	Set up - Troca de produto		1º Turno		
5446	1	03/01/2017 03:46	03/01/2017 06:19	02:33:00	2,55	C505	1,00	Aguardando encoste de vagão		1º Turno		
5447	1	03/01/2017 06:20	03/01/2017 08:00	01:40:00	1,67	C505	1,00	operando		1º Turno		
5448	1	03/01/2017 08:20	03/01/2017 08:40	00:20:00	0,33	C505	1,00	DSS/Troca de Turno		2º Turno		
5449	1	03/01/2017 08:41	03/01/2017 09:30	00:49:00	0,82	C505	2,00	Operando		2º Turno		
5450	1	03/01/2017 09:31	03/01/2017 10:44	01:13:00	1,22	C505	2,00	TRF-04	Troca de rolete	2º Turno		
5451	1	03/01/2017 10:45	03/01/2017 11:31	00:46:00	0,77	C505	2,00	TAHA-01	Tampa de proteção soltou	2º Turno		
5452	1	03/01/2017 11:32	03/01/2017 12:55	01:23:00	1,38	C505	2,00	Operando		2º Turno		
5453	1	03/01/2017 12:56	03/01/2017 13:05	00:09:00	0,15	C505	2,00	Mudança Tripper		2º Turno		
5454	1	03/01/2017 13:06	03/01/2017 16:00	02:54:00	2,90	C505	2,00	Operando		2º Turno		
5455	1	03/01/2017 16:01	03/01/2017 17:45	01:44:00	1,73	C505	3,00	Aguardando retirada de vagões vazios		3º Turno		
5456	1	03/01/2017 17:46	03/01/2017 23:59	06:13:00	6,22	C505	3,00	Operando		3º Turno		
5457	1	04/01/2017 09:00	04/01/2017 11:10	02:10:00	2,17	C505	1,00	Operando		2º Turno		

Figura 17 – Ferramenta antiga do fertilizante

Fonte: Elaborada pelo autor

Na Figura 17 mostra-se a nova interface da ferramenta.

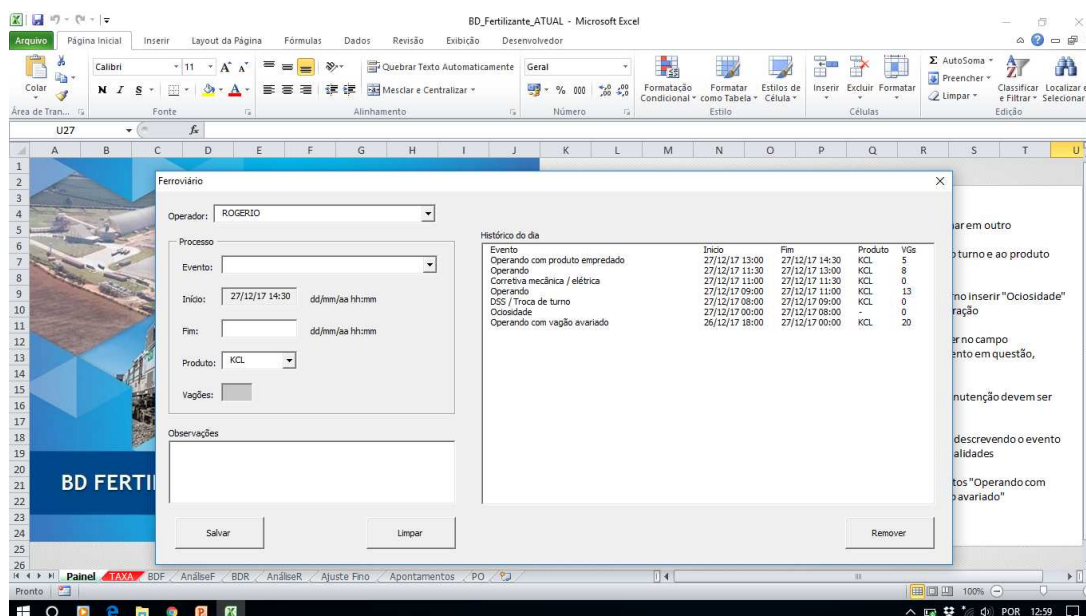


Figura 18 – Nova ferramenta do fertilizante

Fonte: Elaborada pelo autor

O objetivo do algoritmo é calcular as taxas estipuladas em meta para cada produto (vagões/hora) que depende do turno e dia, eliminando eventos externos à operação dos fertilizantes, além de mostrar as maiores paradas operacionais do dia mostrando também as observações feitas pelos colaboradores durante a operação. Na Figura 19 mostra-se o fluxograma do algoritmo utilizado na análise do processo, enquanto que na Figura 20 têm o painel que exhibe os resultados, estratificando-os em mês, dia e turno.

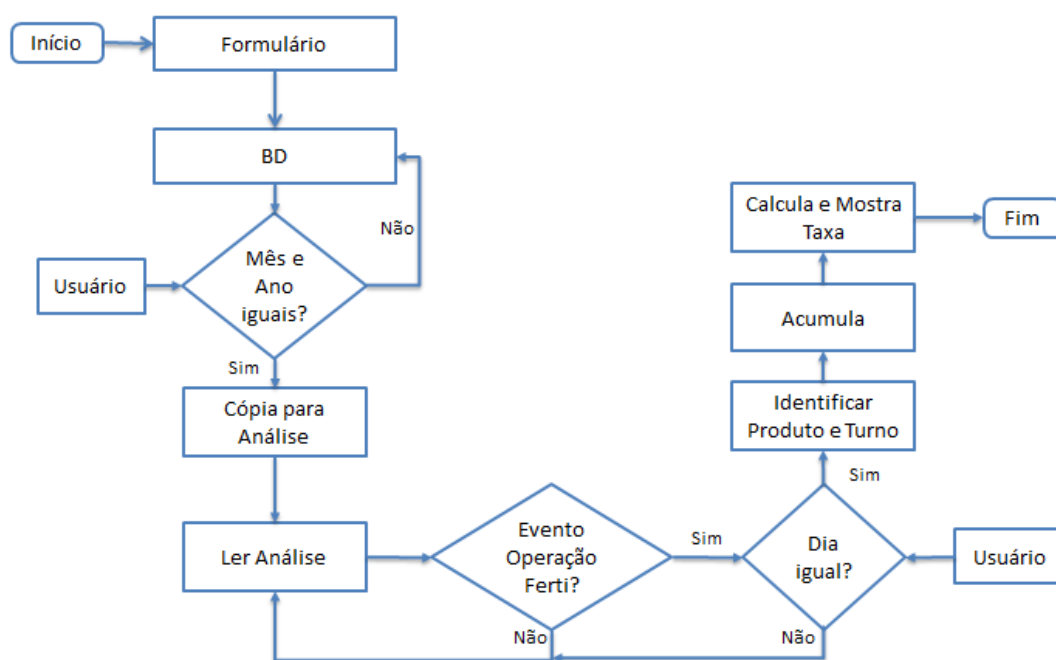


Figura 19 – Fluxograma do algoritmo do fertilizante

Fonte: Elaborada pelo autor

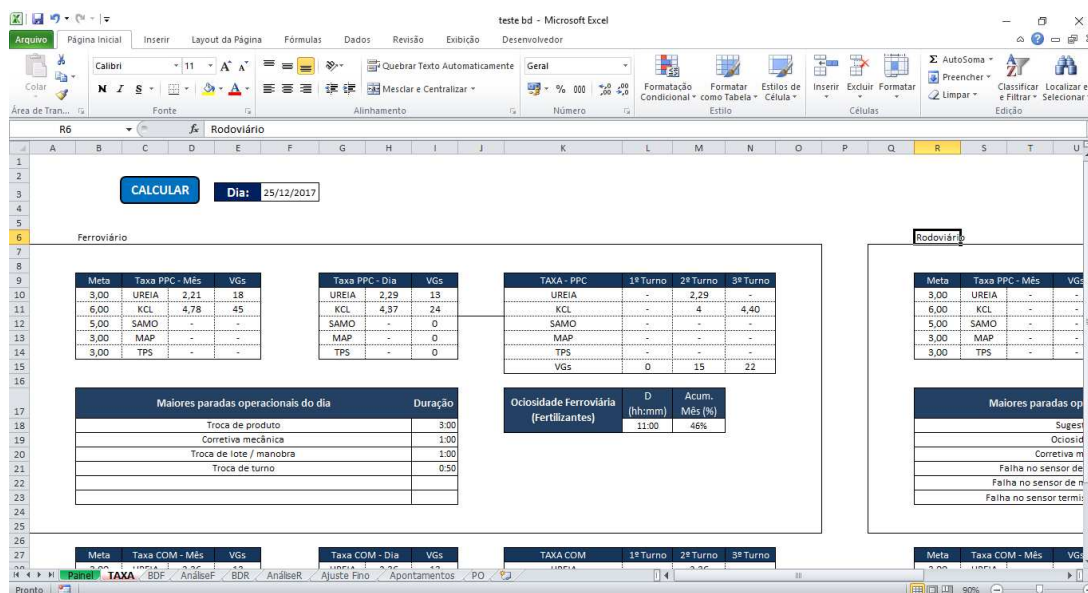


Figura 20 – Painel de metas do fertilizante

Fonte: Elaborada pelo autor

Na sequência na Figura 21 vemos uma parte do código do sistema do fertilizante.

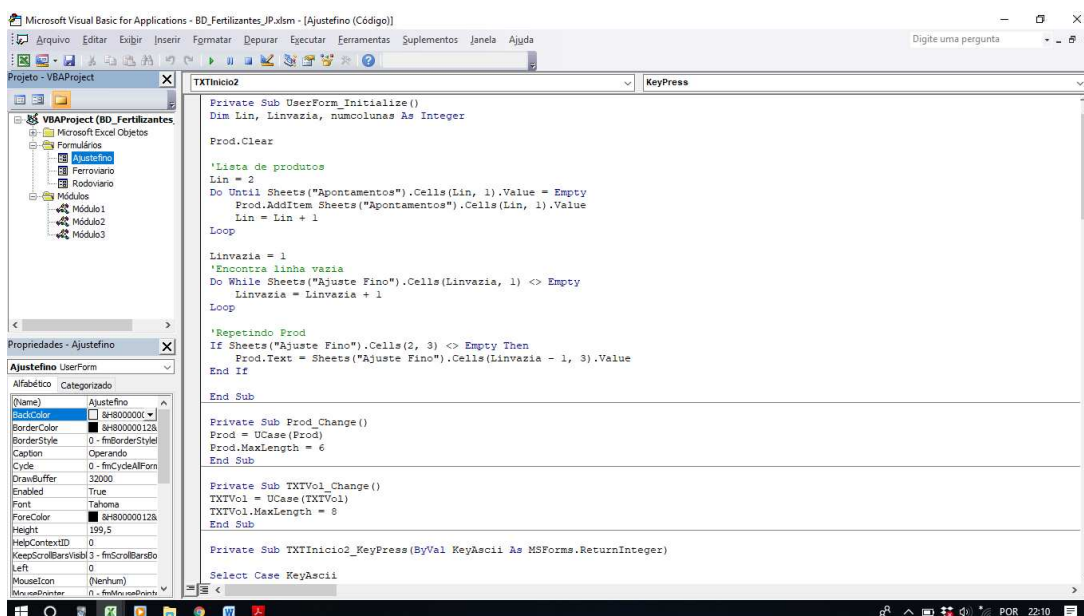


Figura 21 – Código do sistema do fertilizante

Fonte: Elaborada pelo autor

V Comentários Finais e Conclusões

5.1 Considerações Gerais

Os sistemas apresentados no trabalho foram nomeados de *kaizen*, e foram desenvolvidos em uma empresa do setor ferroviário, situada no triângulo mineiro. Ambos os projetos foram criados a partir de necessidades identificadas no processo da companhia. O estudo também visou mostrar como é possível obter ganhos expressivos a partir de pequenas ações, seguindo a visão do *lean manufacturing*. O problema identificado foi à dificuldade em se gerar dados para análise do carregamento ferroviário e rodoviário, e da descarga dos vagões de fertilizante. Para (KIYAN, 2001), o ato de medir agrega um conjunto de pressupostos e técnicas, que visam quantificar variáveis e atributos do objeto a ser analisado.

No anexo mostra-se os formulários preenchidos na empresa para registro dos *kaizens*.

5.2 Conclusões

Ao final do trabalho, é possível concluir que nos dias de hoje a utilização de algoritmos para o controle de processos é essencial para que uma empresa possa se manter competitiva no mercado, uma vez que o desenvolvimento da tecnologia não para de crescer é necessário que as empresas se mantenham atualizadas e atentas ao surgimento de novas ferramentas que ajudem no seu processo.

Os ganhos obtidos nas ferramentas apresentadas nesse trabalho são expressivos, foi possível reduzir o tempo de análise, anteriormente era necessários dois dias para consolidar o material, após a implementação do sistema em quatro horas o material estava feito. Com isso foi possível liberar o funcionário para que ele possa gastar mais tempo fazendo uma análise crítica dos resultados do que consolidando as informações do processo. Além de possibilitar a criação de diversos cenários e a geração de resultados de uma forma bem mais simples.

Foi possível diminuir o processamento excessivo e reduzir o muda, que é o retrabalho gerado a partir de erros na inserção de dados, garantindo maior confiabilidade do processo. Foi possível reduzir a possibilidade de erros a partir da interferência humana, já que todo o processo de cálculo foi automatizado.

Porém, mesmo com todos os ganhos obtidos, acredita-se que para o acompanhamento das operações o ideal é o desenvolvimento de um sistema desktop ou um sistema

via web, pois o Excel possui suas limitações, e no caso de uma análise com muitos dados a planilha pode travar. Além disso, não é possível fazer um acompanhamento em tempo real do processo, pois depende de que um operador insira os dados do processo no sistema, caso houvesse sensores ao redor da planta, o próprio algoritmo poderia inserir os dados e fornecer os resultados em tempo real.

O sistema atual também dificulta o compartilhamento das informações, é necessário enviar os resultados via e-mail ou salvando em uma pasta compartilhada para que outras pessoas possam ter acesso às informações, em um mundo que está cada vez mais online, é preciso pensar em soluções que permitam uma maior disponibilidade das informações, um sistema via web seria uma opção para esse caso. Sistemas da própria Microsoft já permitem essa possibilidade, como o Power BI, que permite que os gráficos possam ser acessados a partir de um smartphone ou de um desktop.

Com isso, o objetivo desse trabalho foi alcançado. Ambos os projetos tiveram grande aceitação dentro da empresa, ganhos reais foram obtidos e abriu os olhos dos gestores da empresa para a necessidade de investir mais na área da tecnologia da informação.

5.3 Sugestão Para Trabalhos Futuros

Embora existam limitações, esse trabalho é importante para estimular pesquisas futuras sobre o tema em referência, buscando maior abrangência em outros segmentos.

Por exemplo, nos resultados obtidos com a execução da ferramenta foi possível observar que a composição fica muito tempo parado aguardando o término do carregamento de outro trem. Para reduzir esse tempo de espera poderia reduzir a velocidade da locomotiva no trecho que antecede o terminal, logo reduziríamos o consumo de combustível da locomotiva que estaria chegando e sincronizaríamos sua chegada com o término do carregamento do trem à frente. Como resultado teria à redução do tempo ocioso, e o ganho da eficiência energética.

ANEXO A – Kaizen

☒ Kaizen

Gerência: Operações CentroLeste

Turno/Turma/Célula: Dia

Data: 27/07/2017

TÍTULO: Giro EBJ

Categoria

☐ Meio Ambiente
 ☐ S&S
 ☒ Qualidade
 ☐ Muri
 ☒ Mura

Muda
(desperdícios)

☒ Espera
 ☐ Inventário
 ☐ Movimentação
 ☐ Transporte
 ☒ Defeito
 ☐ Superprodução
 ☒ Processamento excessivo

Descrição da situação antes:

No passado, não era feito o preenchimento da planilha pois o sistema apresentava diversos defeitos, era muito pesado e complicado de utilizar. Além disso não era possível adicionar impactos ou fazer pequenas alterações pois não possuía nenhuma instrução de trabalho. A análise era feita de maneira manual e apenas nos trens padrões.

Antes:

Descrição da ação realizada:

O preenchimento agora é feito corretamente, a planilha é muito mais leve e mais fácil de se utilizar. Além disso é feito a análise tanto do trem padrão, trem não padrão e trem pátio. Toda análise está automatizada, reduzindo o tempo para montar o material e diminuindo as probabilidades de erro na análise.

Depois:

Custo da implantação:

Custo zero.

Replicável em outras localidades:

Sim.

RESULTADOS ALCANÇADOS

Resultado	Antes	Depois	Ganho
Risco de Segurança	N/A	N/A	N/A
Qtde Estoque	N/A	N/A	N/A
Distância (m)	N/A	N/A	N/A
Tempo (horas)	16,0	4	800%
Material	N/A	N/A	N/A
Demanda (OS)	N/A	N/A	N/A

Responsáveis pelo Kaizen:

Matrícula	Nome	Responsabilidade
30246724	João Pedro A. Oliveira	Idealizador e Executor

Fotos:

Grupo COQ: _____

Figura 22 – Kaizen da Ferramenta do Giro de EBJ

☒ Kaizen

Gerência:

Turno/Turma/Célula: Dia

Data:

TÍTULO: Banco de dados do fertilizante

Categoria

☐ Meio Ambiente
 ☐ S&S
 ☒ Qualidade
 ☐ Muri
 ☒ Mura

Muda
(desperdícios)

☒ Espera
 ☐ Inventário
 ☐ Movimentação
 ☐ Transporte
 ☒ Defeito
 ☐ Superprodução
 ☒ Processamento excessivo

Descrição da situação antes:

No passado, existia uma incompatibilidade entre os eventos apontados e os horários de abertura e fechamento das taxas, paradas operacionais apontadas sem confiabilidade. Retrabalho do controlador em abrir e fechar taxas no decorrer do dia. Existia uma grande dificuldade em fazer a análise de todo o processo.

Antes:

Descrição da ação realizada:

Hoje o sistema funciona através da linguagem de programação VBA, acabando com os erros de apontamento e o cálculo da taxa está automatizado, facilitando a análise de todo o processo. Além disso a planilha fornece diariamente os maiores impactos do dia anterior, o que facilita o trabalho dos supervisores, pois direciona os esforços para os pontos críticos.

Depois:

Procedimento operacional

- NUNCA usar o dia
- NUNCA abrir um evento em um turno fechar em outro
- inserir a quantidade de vagões referentes ao evento "Operando" em questão
- É de responsabilidade do operador de 24 horas inserir "Operando" para todo o 24 horas caso não tenha sido operado
- É de responsabilidade do operador desmarcar no campo "Operando" informações referentes ao evento em questão, principalmente, caso haja anomalia
- TODAS as paradas operacionais devido à manutenção devem ser apontadas como "Correção mecânica"
- OBRIGO preencher o campo "Operando" desmarcando o evento "Correção mecânica", principalmente, anomalias
- OBRIGO apontar avaliação para o evento "Operando com produto empilhado" e "Operando com vagão avariado"

Custo da implantação:

Custo zero.

Replicável em outras localidades:

Sim.

RESULTADOS ALCANÇADOS

Resultado	Antes	Depois	Ganho
Risco de Segurança	N/A	N/A	N/A
Qtde Estoque	N/A	N/A	N/A
Distância (m)	N/A	N/A	N/A
Tempo (horas)			
Material	N/A	N/A	N/A
Demanda (OS)	N/A	N/A	N/A

Responsáveis pelo Kaizen:

Matrícula	Nome	Responsabilidade
	Gustavo Santos Costa	Idealizador e Executor
	João Pedro A. Oliveira	Idealizador e Executor
	Rodrigo Gomes Gontijo	Idealizador e Executor

Fotos:

Grupo OOO: _____

Figura 23 – Kaizen da Ferramenta do Fertilizante

Referências

- ALT, P. R. C.; MARTINS, P. G. *Administração de materiais e recursos patrimoniais*. [S.l.]: Editora Saraiva, 2005. Citado na página 6.
- ANTF. 2019. Disponível em: <<https://www.antf.org.br/informacoes-gerais/>>. Acesso em: 23 mai. 2019. Citado na página 12.
- BALLOU, R. H. Logística empresarial: Transportes. *Administração de*, 1993. Citado 2 vezes nas páginas 1 e 5.
- BALLOU, R. H. *Gerenciamento da cadeia de suprimentos: planejamento, organização e logística empresarial*. [S.l.]: Bookman, 2001. v. 4. Citado na página 9.
- BALLOU, R. H. *Gerenciamento da cadeia de suprimentos: planejamento, organização e logística empresarial*. [S.l.]: Bookman, 2006. v. 5. Citado na página 1.
- BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J. Logística empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimento. In: *Logística empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimento*. [S.l.: s.n.], 2004. Citado na página 6.
- GOOGLE. 2018. Disponível em: <<https://www.google.com/maps/@-18.6874379,-48.1570398,1423m/data=!3m1!1e3>>>. Acesso em: 04 nov. 2018. Citado na página 17.
- KAPLAN, R. S.; NORTON, D. P. *A estratégia em ação: balanced scorecard*. [S.l.]: Gulf Professional Publishing, 1997. Citado na página 3.
- KIYAN, F. M. *Proposta para desenvolvimento de indicadores de desempenho como suporte estratégico*. Tese (Doutorado) — Universidade de São Paulo, 2001. Citado na página 31.
- KOPAK, S. C. *Uma contribuição à gestão da produção pelo uso da teoria das restrições*. Tese (Doutorado) — Dissertação. Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2003. Citado na página 2.
- MESQUITA, R. *O que é logística?* 2016. Disponível em: <<http://saiadolugar.com.br/o-que-e-logistica/>>. Acesso em: 21 nov. 2018. Citado na página 5.
- NOVAES, A. G. *Logística e gerenciamento da cadeia de valor*. [S.l.]: Campus, 2007. Citado na página 7.
- RABELO, W. P. S. *Logística: História e Conceitos*. Portal da Educação. 2008. Disponível em: <<https://www.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/administracao/logistica-historico-e-conceitos/56959/>>. Acesso em: 21 nov. 2018. Citado na página 5.
- SPA/MAPA e SGI/Embrapa. 2016. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/politica-agricola/todas-publicacoes-de-politica-agricola/projecoes-do-agronegocio/proj_agronegocio2016.pdf/view>. Acesso em: 23 mai. 2019. Citado na página 1.

TUOMI, I. From periphery to center: Emerging research topics. *Knowledge Society Technology Review*, n. 116, 2001. Citado na página [2](#).

ZAIRI, M. O verdadeiro significado da competição. *HSM Management*, v. 1, n. 3, p. 86–94, 1997. Citado na página [6](#).